Ueber die

Bedeutung des Asparagins

für

die thierische Ernährung.

Inaugural-Dissertation

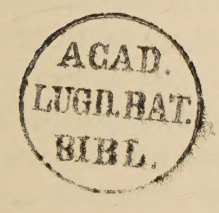
zur Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Facultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg



vorgelegt von

Moses Chomsky

aus Slonim in Russland.

Halle a. S.

1895.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548112_0151

Im Anschluß an die Entwicklung der reinen Naturwissenschaften, besonders der Chemie und Physik, im Laufe dieses Jahrhunderts haben auch die biologischen Wissenschaften und unter ihnen die Theorie der thierischen Ernährung einen Fortschritt erfahren. Ein Einblick in das Wesen der thierischen Ernährung wurde zwar schon mit den Errungenschaften Lavoisier's ermöglicht, aber bis zu den Arbeiten Mulder's und Liebig's war man, — trotz der bis dahin gewonnenen Vorstellungen über die als unbrauchbar ausgeschiedenen Stoffe, über die Ursachen der Zersetzungen im Körper, sowie über einige nähere Bestandtheile der Organe und der Nahrung, — in der speziellen Ernährungslehre nicht über die ersten Anfänge hinausgekommen. Nachdem Mulder die große Aehnlichkeit der Eiweißkörper in der Thier- und Pflanzenwelt dargethan hatte und zu dem Schlusse gelangte, daß „die Pflanzenfresser ähnliche Nahrung wie die Fleischfresser", daß „sie beide Eiweißstoffe, jene von Pflanzen, diese von Thieren genießen, der Eiweißstoff aber für beide gleich ist", hat Liebig eine Eintheilung der organischen Nahrungsstoffe gegeben und eine Theorie aufgestellt, die zum ersten Male ein klares Bild von dem ganzen Ernährungsprozesse im thierischen Organismus geliefert und den ersten Grund zur landwirthschaftlichen Fütterungslehre gelegt hat. Er theilte die Nahrungsstoffe in eiweißhaltige und eiweißfreie und reihte in die letztere Klasse die Fette und Kohlenhydrate ein. Wenn auch seine Theorie, daß die eiweißfreien Stoffe nur zur Erzeugung von thierischer Wärme (deshalb von ihm „respiratorische" genannt), die eiweißhaltigen aber zum Wiederaufbau der durch die Thätigkeit des Thierkörpers zerstörten Formbestandtheile der Organe (deshalb „plastische" genannt) dienen, sich als irrig erwiesen hatte, so hat doch die scharfe Trennung der eiweißhaltigen und eiweißfreien Stoffe für die Zwecke der Ernährung dahin geführt, daß man allmählich die Nahrungsstoffe nach ihrer stofflichen Bedeutung für den Thierkörper aufzufassen gelernt hat. Man ist von der nothwendigen aber falschen Konsequenz der Liebieg'schen Theorie, von der Schätzung des Nährwerths der Nahrungsmittel ausschließlich nach ihrem Eiweißgehalte abgekommen und hat aufgehört bei der Fütterung allein für genügende Zufuhr von Eiweiß zu sorgen. Man hat angefangen, die Wirkung der Futtermittel nach ihrem Gehalt an Eiweiß, Fett, Stickstofffreien Extraktstoffen und Mineralstoffen zu schätzen, und empirisch die Mengen dieser Stoffe zu ermitteln gesucht, welche in entsprechendster Weise zum gegebenen Fütterungszwecke führen. Eiweiß, Fett und stickstofffreie Bestandtheile wurden zunächst noch als vollkommen verdaulich, und je nach ihrer spezifischen Nährwirkung als vollkommen wirksam angesehen. Bald darauf hatten aber Henneberg und Stohmann (Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der

Wiederkäuer 1. Heft 1860, 2. Heft 1863/64) die Lehre von der Verdaulichkeit der Futterbestandtheile im Darm der landwirthschaftlichen Nutzthiere begründet. Sie stellten durch exakte Versuche fest, daß ein verschieden großer Prozentsatz der Futterbestandtheile — je nach der Art und Qualität des Futters, sowie nach der Art der Thiere — unausgenutzt durch den Darmtraktus des Thierkörpers geht, in den Fäces wieder zum Vorschein kommt und daß somit die Nährwirkung des betreffenden Futters geringer angesetzt werden mußte.

Zu gleicher Zeit hat sich ergeben, daß die Holzfaser, — ein Stoff, der bis dahin als unverdaulich und für die thierische Ernährung als werthlos angesehen wurde, — während der Verdauung zu einem gewissen Theil gelöst wird.

Hier angelangt mußte sich die Frage, ob alle verdaulichen Nährstoffe einer und derselben Klasse, — z. B. alle verdaulichen stickstoffhaltigen Stoffe, die man noch als fast ausschließlich aus Eiweiß bestehend annahm, — für den thierischen Organismus eine und dieselbe Nährwirkung besitzen, von selbst dem Forscher aufdrängen; eine Frage, die gerade für die Gruppe der stickstoffhaltigen Stoffe, nachdem die Arbeiten von Schulze und Märcker, Barbieri, Sachse ꝛc. dargethan haben, daß in vielen Futtermitteln ein beträchtlicher Theil des Stickstoffs in Form von Amiden vorhanden ist, zu einer brennenden geworden ist.

Wenn man früher ohne Weiteres angenommen hatte, daß die verschiedenen Arten eiweißhaltiger Stoffe, — deren Menge in den Futtermitteln durch Multiplikation des Gesammtstickstoffs mit 6,25 berechnet wurde, — von gleichem Werthe für die thierische Ernährung sind, so konnte man jetzt sich der experimentellen Entscheidung dieser Frage nicht entziehen, nachdem Schulze und Urich nachgewiesen hatten, daß bei Kartoffeln (Landw. Versuchs-Station XXI S. 86) nur 56,2 %, bei Rüben (ibid. XVIII S. 320 und XX S. 193) sogar nur 26,6 – 38,9 % des Gesammtstickstoffs auf Eiweißsubstanzen entfallen, während der übrige Theil in den Kartoffeln als Amide, in den Rüben außerdem noch in Form von Nitraten enthalten ist; die Stickstoffverbindungen letzterer Art gehören wegen ihrer leichten Löslichkeit vorwiegend, wenn nicht ganz, zu dem verdaulichen Antheil der stickstoffhaltigen Stoffe.

Es mußte geprüft werden, ob man berechtigt ist, bei der Berechnung des „wirksamen" Eiweißes der Futtermittel von der einfachen Multiplikation des Stickstoffgehalts mit 6,25 auszugehen, oder ob man der Wahrheit nicht näher käme, wenn man den auf Amidosubstanzen fallenden Antheil des Stickstoffes in Abzug bringt.

Experimente in dieser Richtung wurden in den letzten zwei Dezennien mehrfach angestellt, und es liegen uns schon eine Fülle von Arbeiten über Vorkommen, Verhalten und Wirkung der Amide vor, deren Resultate leider sich vielfach widersprechen und zu keinem endgiltigen Urtheile führen.

Dieser Umstand im Verein mit dem großen praktischen Interesse, welches diese Frage in Folge des massenhaften Auftretens der Amide gerade in den verbreitetsten Futterpflanzen beim Thierzüchter erregen muß, war die Veranlassung, daß auch Verfasser auf Anregung des Herrn Geh. Oberregierungsraths Prof. Dr. Julius Kühn im physiologischen Laboratorium des Landwirthschaftlichen Instituts der Königlichen Universität Halle a. S. einige Versuche über den Nährwerth des Asparagins, des verbreitetsten und in größten Mengen auftretenden Amids im Pflanzenreiche, anstellte, um zur Förderung der Frage etwas beizutragen.

Bevor ich aber zur Darlegung der Resultate schreite, gestatte ich mir, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer den innigsten Dank für die durch Wort und That mir erwiesene Förderung auszusprechen, um so einem inneren Bedürfnisse nachzukommen.

Das Asparagin, der überwiegendste Bestandtheil der stickstoffhaltigen Stoffe nicht eiweißartiger Natur der Futtermittel, wurde schon im Jahre 1805 von Vauquelin und Robiquet (Ann. de chimie 57. S. 88) im Spargel entdeckt. Später zeigte Plisson (Ann. chim. Phys. 2. XXXV S. 175 und XXXVII S. 81), daß das von Caventor aus der Süßwurzel dargestellte „Agedoil" und von Bacon aus der Eibischwurzel dargestellte „Althäin" mit dem Asparagin indentisch seien. Seitdem wurde es fast in allen grünen Pflanzen nachgewiesen. In besonders großen Mengen kommt es in jungen und keimenden Pflanzen vor, deren Gehalt an Asparagin durch Etioliren noch erhöht werden kann, so nach Schulze (Land. Jahrb. V. S. 849) bei Lupinenkeimlingen bis auf 25 % der Trockensubstanz. Dies ist begreiflich, wenn man die Arbeiten von Pfeffer (Pflanzen-Physiologie), Paladin (Physiologie der Pflanzen. St. Petersburg 91, russisch) und Anderer berücksichtigt, in welchen nachgewiesen wird, daß die Amide während der Keimung aus den Eiweißkörpern der Samen entstehen und später unter Heranziehung der Assimilationsprodukte wieder zu Eiweiß regenerirt werden, daß letzteres aber nicht stattfinden kann, wenn die Kohlensäureassimilation durch Entziehung von Licht oder Kohlensäure verhindert wird. Am reichsten an Asparagin sind die Keimlinge von Wicken, Erbsen, Bohnen, Lupinen und anderer Leguminosen, sowie junges Wiesengras, Kartoffeln und Rüben.

Bezüglich des Verhaltens des Asparagins im thierischen Organismus sind, abgesehen von den älteren Angaben einiger Aerzte, die Versuche von Koch, Hilger, Knieriem und v. Longo von Bedeutung.

Koch (Zeitschr. f. rat. Med. Ser. 3 Vol. 24 S. 264) und Hilger (Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 171 S. 286) wollen nach Genuß von Spargel reichlich Bernsteinsäure im menschlichen Harn beobachtet haben. Dementgegen stehen die ausführlichen Versuche von Knieriem (Zeitschrift f. Biol. Bd. X. S. 284). Dieser Forscher hat, nachdem er einen Hund durch konstante Kost auf Stickstoffgleichgewicht gebracht hatte, demselben in 2 Tagen 38,79 g Asparagin in wässeriger Lösung durch die Schlundsonde zugeführt und eine Vermehrung des Harnstoffs um 13,2697 g (= 6,19 g N), des Kothstickstoffs um 0,557 g beobachtet. Es haben sich somit nur 0,44 g Stickstoff der Beobachtung entzogen. Vergegenwärtigt man sich die chemische Konstitution des Asparagins, als des Amids der Amidobernsteinsäure — $\left[C_2 H_3 (NH_2) < \begin{matrix} CO\text{-}NH_2 \\ COOH \end{matrix}\right]$, so ist einleuchtend, daß nach Abspaltung von Harnstoff $\left[CO < \begin{matrix} NH_2 \\ NH_2 \end{matrix}\right]$ keine Bernsteinsäure resultiren kann.

Den Versuchen von Koch und Hilger widersprechen auch die Resultate der Versuche von v. Longo (Zeitschr. f. physiol. Chem. I S. 213), der, um die erwähnten Angaben zu prüfen, 1 kg Spargelköpfchen pro Tag zu sich genommen, aber keine Bernsteinsäure im Harn nachzuweisen vermocht hat. Auch nach Genuß von 10 g und 38 g Asparagin im Laufe von

24 resp. 36 Stunden fand sich Bernsteinsäure im Harn nicht vor. Dasselbe war bei einem Hunde nach Fütterung mit Asparagin der Fall.

Aus den Ergebnissen dieser Versuche zieht v. Longo den Schluß, daß das Asparagin im Organismus „vollkommen zerlegt werde". Angesichts der Resultate Knieriems aber liegt die Wahrscheinlichkeit vor, daß das Asparagin sich in Harnstoff, Wasser und Kohlensäure oder ein ähnliches Produkt umgewandelt hat. Dies ist besonders wichtig hervorzuheben, weil die Verbrennungswärme des Asparagins im Falle reiner vollständiger Oxydation eine fast doppelt so große ist, als im Falle einer Abspaltung von Harnstoff, und diesem Werthe bei Vergleichung des Nähreffekts des Asparagins mit demjenigen der Kohlenhydrate eine gewisse Bedeutung zukommt.

Die ersten Versuche über die Bedeutung des Asparagins für die thierische Ernährung hat Weiske im Verein mit Schrodt und Dangel (Zeitschr. f. Biolog. Bd. XV S. 261) angestellt. Da die Weiske'schen Versuche grundlegend sind für die in vielen Kreisen eingebürgerte Ansicht, daß das Asparagin eiweißersparend wirkt und bei Berechnung der Futterrationen die Amide vom Eiweiß nicht zu trennen sind, so scheint es angebracht zu sein, auf diese Versuche etwas näher einzugehen.

Seinen ersten Versuch stellte Weiske mit 4 ca. 10 Monat alten Kaninchen an, welche als Futter folgende 4 Mischungen bekamen:

	I	II	III	IV
Stärke	50	50	50	50
Oel	10	10	10	10
Asche	2	2	2	2
Asparagin	—	5	—	5
Leim	—	—	10	5

Die tägliche Futteraufnahme, Gewichtsverlust und Lebensdauer der Versuchsthiere sind in folgender Tabelle angegeben:

Tabelle 1.

Kaninchen	Futter im Mittel pro Tag in g						Lebensdauer in Tagen	Gewichtsverlust in % des ursprüngl. Körpergewichts
	Trockensubstanz	Stärke	Oel	Asche	Asparagin	Leim		
I	26	21	4,2	0,8	—	—	49	43,0 %
II	31	23,1	4,6	1,0	2,3	—	63	33,05 %
III	33	23	4,6	0,8	—	4,6	37	
							Versuchsdauer	
IV	28	19,4	3,9	0,7	2,0	2,0	72	

„Nach den Resultaten dieses Versuches hatte es," — nach Weiske — „den Anschein, als ob die Verabreichung von Asparagin (Thier II) neben einer stickstofffreien Nährstoffmischung, bei welcher das Thier I nach 49 Tagen vollständig abgemagert verhungerte, das Leben zwar nicht auf die Dauer zu erhalten, wohl aber den Hungertod etwas hinauszuschieben vermöge,

indem das Asparagin vielleicht eiweißersparend zu wirken im Stande ist." Es bleibt nur noch hervorzuheben, daß zu derartiger Gestaltung der Resultate höchst wahrscheinlich auch 1. die Individualität und 2. das sehr verschiedene Anfangsgewicht (Thier I [N frei] — 1125 g; Thier II [Asparagin] — 1650 g) beigetragen haben.

Dieser Versuch gewinnt jedoch mehr an Beweiskraft, wenn man die später von Bahlmann und in der letzten Zeit von Weiske veröffentlichten, ebenfalls an Kaninchen angestellten Versuche, auf die wir noch zurückkommen werden, mit in Betracht zieht. Ein zweiter an Hühnern angestellter Versuch war nach Weiske selbst „noch weniger entscheidend" (l. c. S 210) als der soeben angeführte.

„Um zuverlässigere Belege für eine eventuelle Bedeutung des Asparagins beim thierischen Ernährungsprozesse zu erhalten, wurde eine Reihe von Fütterungsversuchen mit zwei normalen, ausgewachsenen Hammeln der Merino-Sputhdown-Rasse angestellt."

Das verabfolgte Futter, sowie dessen Verdauung und Ausnutzung läßt sich aus folgender von mir zusammengestellter Tabelle ersehen.

Tabelle 2.

Hammel I pro Tag in g

Periode	Aufgenommen					Verdaut										Angesetzt	
						Trockensubstanz		N-halt. Stoffe		Aetherextrakt		Rohfaser		N-freie Stoffe		Stickstoff	Schwefel
	Heu	Stärke	Zucker	Asparagin	Erbsenschrot	absolute Menge	in % der verdaulichen Stoffe	absolute Menge	in % der verdaulichen Stoffe	absolute Menge	in % der verdaulichen Stoffe	absolute Menge	in % der verdaulichen Stoffe	absolute Menge	in % der verdaulichen Stoffe	N	S
I	500	200	50	—	—	458,44	73,12	22,11	48,73	9,89	59,22	76,33	61,55	336,04	82,93	0,279	0,043
II	500	200	50	42	—	493,91	74,67	70,86	75,11	9,87	59,42	76,13	61,72	335,12	82,93	1,380	0,160
III	500	115	15	—	200	543,63	75,4	71,24	74,15	13,34	63,68	88,53	64,3	352,64	82,8	1,668	0,205

Hammel II pro Tag in g

Periode	Aufgenommen					Verdaut										Angesetzt	
						Trockensubstanz		N-halt. Stoffe		Aetherextrakt		Rohfaser		N-freie Stoffe		Stickstoff	Schwefel
	Heu	Stärke	Zucker	Asparagin	Erbsenschrot	absolute Menge	in % der verdaulichen Stoffe	absolute Menge	in % der verdaulichen Stoffe	absolute Menge	in % der verdaulichen Stoffe	absolute Menge	in % der verdaulichen Stoffe	absolute Menge	in % der verdaulichen Stoffe	N	S
I	500	200	50	—	—	458,07	73,16	22,86	50,15	9,67	58,0	76,46	61,66	336,25	82,98	0,270	0,015
II	500	80	20	—	250	542,85	75,96	83,54	77,95	14,08	65,64	90,94	65,65	336,65	82,51	2,427	0,146
III	500	200	50	53	—	516,67	75,63	84,03	77,46	9,77	57,20	79,28	62,52	344,75	84,15	1,948	0,064

Wie aus angeführter Tabelle hervorgeht, ergiebt dieser Versuch thatsächlich — nach dem Stickstoffumsatze beurtheilt — daß das Asparagin für die thierische Ernährung eine Bedeutung hat und bei eiweißarmer Fütterung einen Eiweißansatz zu bewirken im Stande ist. Es ist aber auf das schwankende Verhältniß des Stickstoffansatzes zum Schwefelansatz aufmerksam zu machen, wodurch — wie Weiske selbst meinte — „das Resultat einiger-

maßen getrübt wurde". Weiske selbst sah ein, daß alle diese Versuche zu keinem positiven Resultate führen; er stellte in Folge dessen nach einiger Zeit neue Fütterungsversuche mit denselben Hammeln an (Zeitschr. f. Biol. XVII S. 415) und zwar „sollte zunächst festgestellt werden, ob die Ausnutzung des Heuproteïns durch Beigabe von Stärke und Asparagin eine Depression erfährt, und ob diese Beigabe sich analog einer solchen von reiner Stärke, oder analog einer solchen von Stärke und Eiweiß verhält". Hieraus gedachte Weiske alsdann weitere Schlüsse auf den Nährwerth des Asparagins ziehen zu können. Die Menge des aufgenommenen Futters, die der verdauten Nährstoffe und des Stickstoffansatzes sind aus der folgenden von mir zusammengestellten Tabelle zu ersehen. Der Gehalt der Rationen an gesammten Nährstoffen wurde wegen Raummangels weggelassen, dagegen werden die Mengen der verdauten stickstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffe pro Versuchsthier und pro 1000 Pfund Lebendgewicht berechnet und angegeben, um später verschiedene Erscheinungen hieraus leichter erklären zu können.

Tabelle 3.

Hammel I.

Periode	Aufgenommen in g pro Tag						Verdaut in g pro Tag							Verdaut pro 1000 Pf. in Pf.		Nährstoffverhältniß	Angesetzt
	Heu	Stärke	Zucker	Bohnenschrot	Asparagin	Leim	Trockensubstanz	N-haltige Stoffe	Aetherextract	Rohfaser	N-freie Stoffe	Kohlenhydrate [1]	N-haltige Stoffe	Kohlenhydrate [1]	N-haltige Stoffe		N
I	1000	—	—	—	—	—	532,36	67,64	29,32	144,13	263,27	405,82 [1)]	67,64	7,00 [1]	1,16	1 : 6	0,93
II	1000	—	—	250	—	—	713,84	111,56	31,34	137,95	398,86						3,13
III	1000	130	32	—	—	—	660,25	63,21	28,71	135,56	401,88						1,88
							Hammel II.										
I	1000	—	—	—	—	—	535,37	65,94	28,52	142,89	271,49	411,39 [1)]	65,94	6,58 [1]	1,06	1 : 6	1,00
II	1000	130	32	—	52,49	—	705,79	120,72	28,07	136,36	400,80						2,41
III	1000	130	32	—	—	64,4	209,27	120,08	28,25	134,88	404,10						1,87

Fügen wir zu dieser Tabelle noch hinzu, daß das Rohproteïn des Heues in der ersten Periode (nur Heufütterung) von beiden Hammeln zu 63,47 resp. 61,87 %, in der dritten Periode von Hammel I (Heu, Stärke und Zucker) zu 58,66 % verdaut worden ist und daß die Verdauung sämmtlicher stickstoffhaltiger Stoffe in Periode II von Hammel II (Heu, Stärke, Zucker, Asparagin) zu 71,19 %, folglich die des Heuproteïns — Asparagin als vollkommen verdaut angenommen — zu 54,92 % stattgefunden hatte, so läßt sich zur Genüge ersehen, daß auch dieser Versuch nicht ganz seinen Zweck erreicht hatte, und daß man aus ihm weder sehr viel über den Nährwerth des Asparagins, noch über die Fähigkeit des Asparagins, die durch Beifütterung von Kohlenhydraten hervorgerufene Depression in der Verdauung des Rohproteïns des Rauhfutters aufzuheben, oder herabzudrücken, folgern kann.

[1]) Kohlenhydrate = (Fett × 2,4) + (verd. Holzfaser × 0,5) + verd. N-freie Extraktst.

Bezüglich des ersten Punktes meint Weiske in seinen Erläuterungen, daß — da bei dem mit Asparagin gefüttertem Hammel (Hammel II, Periode II) eine erhebliche Steigerung des Stickstoffansatzes stattgefunden hatte, die gegenüber der ersten Periode, in welcher ausschließlich Wiesenheu gefüttert worden war, etwa das zweiundeinhalbfache betrug — das Asparagin analog den früheren Versuchsergebnissen auch diesmal eine der Eiweißbeigabe ähnliche eiweißersparende Wirkung bei der Ernährung und in Folge dessen Eiweißansatz im Körper hervorgerufen hatte (l. c. S. 427). Berücksichtigt man aber, was in meiner Tabelle hervorgehoben wurde, daß die Ration der ersten Periode (6,58 Pfd. stickstofffreie und 1,06 Pfd. stickstoffhaltige Stoffe pro 1000 Pfd. Lebendgewicht), mit der die Asparaginperiode verglichen wird, bei für Erhaltungsfutter ausreichender Menge an stickstoffhaltigen Stoffen eine an Kohlenhydraten etwas arme ist, daß ferner bei der Asparaginperiode außer Asparagin noch zur Ration der ersten Periode 130 g Stärke und 32 g Zucker hinzugefügt worden war, so kann man sich nicht ohne Bedenken der oben angeführten Weiske'schen Ansicht anschließen, vielmehr ist man geneigt, diese zweiundeinhalbfache Steigerung des Stickstoffansatzes in der Asparaginperiode gegenüber des Stickstoffansatzes der Heuperiode größtentheils, wenn nicht ganz, den hinzugefügten 162 g Kohlenhydraten zuzuschreiben. Desto sicherer kann man dies folgern, als bei Hammel I bei Hinzufügung nur derselben Menge von Kohlenhydraten zur selben Heuration (Periode III) der Stickstoffansatz von 0,93 g auf 1,88 g pro Tag, also über das Zweifache gestiegen ist. Diese Vermehrung des Stickstoffansatzes, hervorgerufen durch Hinzufügung von Kohlenhydraten zu einer an stickstoffreichen Stoffen armen Ration, scheint nichts „Befremdendes" (was Weiske l. c. S. 430 meint) in sich zu schließen und braucht gar nicht durch die vorhergehende an Eiweiß reiche Ration erklärt zu werden. Die vorhergehende eiweißreiche Ration kann eher auf den Eiweißumsatz steigernd, also den Eiweißansatz herabsetzend wirken.

Was man thun kann, ist das, daß man die III. Periode, Hammel I (1000 g Heu, 130 g Stärke, 32 g Zucker) mit der II. Periode, Hammel II (1000 g Wiesenheu, 130 g Stärke, 32 g Zucker, 52,49 g Asparagin) vergleicht. Thut man das, und berücksichtigt dabei, daß

1. Periode III bei Hammel I (1000 g Wiesenheu, 130 g Stärke, 32 g Zucker) auf eine Periode mit einer an stickstoffhaltigen und stickstofffreien Stoffen reichen Ration (1000 g Wiesenheu, 250 g Bohnenschrot pro Tag) folgte, bei welcher täglich 3,13 g Stickstoff angesetzt wurde, während Periode II bei Hammel II (1000 g Wiesenheu, 130 g Stärke, 32 g Zucker, 52,49 g Asparagin) an eine viel ärmere Ration (1000 g Heu), bei welcher nur 1 g Stickstoff angesetzt wurde, sich anschloß, daß ferner
2. der Nahrungsbedarf eines Thieres, wie Pflüger (sein Archiv Bd. 54 S. 409) dargethan hat, der Zunahme des Thieres an Stickstoff proportional ist, was auch aus den Versuchen von Schöndorf (ibid. S. 420) hervorzugehen scheint und mit der praktisch bewährten Theorie der Mastung nicht in Widerspruch steht,

so ist es wiederum schwer zu entscheiden, ob die Differenz des Stickstoffansatzes der Periode II, Hammel II (1000 g Heu, 162 g Stärke und Zucker, 52,49 g Asparagin) und des Stickstoff-

ansatzes der Periode III, Hammel I (dasselbe Futter außer Asparagin), die nur 0,53 g Stickstoff zu Gunsten der Asparaginperiode beträgt,

1. der Individualität des einzelnen Thieres,
2. dem größeren Stickstoffbedarf des Hammels I in Folge eines besseren Fleischzustandes, oder endlich
3. der Wirkung des Asparagins zuzuschreiben ist.

Zieht man nun die oben angeführten Verdauungskoëffizenten des Rohproteïns des des Heues in Betracht, so ist es klar, daß auch die Frage, „ob das Asparagin ebenso wie das Eiweiß, die durch einseitige Beigabe von stickstofffreien Substanzen im Hauptfutter hervorgerufene Verdauungsdepression der Eiweißstoffe ganz oder theilweise aufzuheben vermag" nicht mit genügender Schärfe beantwortet worden ist.

Es hat deshalb Weiske mit dem Hammel II weitere Versuche angestellt, aus denen die wichtigsten Zahlen in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

Tabelle 4.

Periode	Aufgenommen in g				Verdaut in g		Angesetzt		Verdauungskoeffizent des Heuproteïns (Asparagin als verdaulich angenommen)
	Heu	Stärke	Zucker	Asparagin	Kohlenhydrate[1])	N-halt. Stoffe	N.	S.	
I	1000	—	—	—	412,2	72,04	1,13	0,30	63,65
II	1000	183	32	—			1,43	0,38	53,41
III	1000	130	32	52,5			1,14	0,33	55,25

[1]) Kohlenhydrate = (Fett × 2,4) + (verdauliche Rohfaser × 0,5) + verdauliche N-freie Extraktstoffe.

Hier hat sich — „ausnahmsweise" meinte Weiske — keine Vermehrung des Stickstoffansatzes nach Asparaginzufuhr ergeben, und hat selbe nur eine bessere Ausnutzung der Stärke bewirkt. Man muß aber hervorheben, daß in der Asparaginperiode auch weniger Stärke verabreicht wurde und deshalb eine kleinere Depression in der Verdauung des Grundfutterproteïns auch von vornherein zu erwarten war. Ebenso ist nochmals darauf aufmerksam zu machen, daß eine Beigabe von Kohlenhydraten allein zu den 1000 g Wiesenheu wieder eine Vermehrung des Stickstoffansatzes bewirkt hat. Es hat somit die vom Verfasser oben ausgesprochene Meinung, daß 1000 g Heu von angegebener Zusammensetzung für einen Hammel von 125 Pfd. Lebendgewicht einen Gehalt an stickstofffreien Bestandtheilen, der den Proteïngehalt des Heues zur vollen Geltung kommen lassen könnte, nicht enthalten, und daß in Folge dessen von einer Zugabe von Stärke und Zucker zu diesem Heuquantum eine bessere Ausnutzung des Heuproteïns in Form eines größeren Stickstoffansatzes zu erwarten ist, nochmals eine experimentelle Bestätigung gefunden.

Im Anschluß hieran mag noch darauf aufmerksam gemacht sein, daß bei solcher spärlichen Verabreichung von stickstofffreien Stoffen 52,41 g Asparagin durch ihren Verbrennungswerth allein schon einen Effekt ausüben könnten, und folglich eine Wirkung, wenn

solche stattgefunden hätte, ebenso gut für eine stärke-, als für eine eiweißähnliche angenommen werden könnte.

Neben diesen Hammelversuchen wurden gleichzeitig Versuche mit Gänsen angestellt. Aus Kleie, Stärke und Asparagin wurden Nudeln hergestellt und die Gänse damit gestopft.

Folgende Tabelle berichtet über die Resultate dieser Versuchsreihe.

Tabelle 5.

Periode	Gans I.				Gans II.			
	Aufgenommen 250 g Nudeln, darin:		Stickstoff-Ansatz	Gewichts-Differenz	Aufgenommen 250 g Nudeln, darin:		Stickstoff-Ansatz	Gewichts-Differenz
	Eiweiß-Stickstoff	Asparagin-Stickstoff			Eiweiß-Stickstoff	Asparagin-Stickstoff		
I	4,70	—	— 0,21		4,70	—	— 0,37	
II	2,35	2,35	— 0,07	— 245	2,35	—	— 0,17	— 230
III	2,35	—	— 0,14	— 100	2,35	2,35	+ 0,14	+ 35

Die in der Tabelle angeführten Zahlen deutend, vergleicht Weiske in der zweiten Periode Gans I mit Gans II und meint (l. c. S. 444), „daß der Stickstoffverlust bei Asparaginfütterung nicht ganz halb so groß ist als ohne dieselbe". Sieht man sich aber die Tabelle genauer an, so merkt man sofort, daß der Stickstoffverlust der beiden Gänse auch in der ersten Periode bei einer und derselben Futterration nicht gleich war, und daß er bei Gans I fast nur halb so groß war, als bei Gans II. Nimmt man die Zahlen absolut, so war die Differenz in der ersten Periode bei gleicher Fütterung größer (0,16), als in der zweiten (0,10), in der Gans I dieselbe Eiweißmenge als Gans II plus Asparagin verabreicht bekam. Die angeführte Deutung Weiske's ist also nicht ohne Weiteres anzuerkennen. Wir haben es mit 2 verschiedenen Individuen zu thun, die, wie auch aus der weiteren Fütterung mit Leim hervorgeht, verschiedenes Ausnutzungsvermögen besitzen, und es lassen sich deshalb auch in der dritten Periode beide Gänse schwer mit einander vergleichen. Zieht man aber, was Weiske unterlassen hatte, Periode II und III bei jeder Gans in Betracht, so findet man doch noch, wenn auch auf anderem Wege, für das Weiske'sche Fazit der Versuche (l. c. 448), daß „das Asparagin Eiweiß zu vertreten und dadurch Stickstoffansatz herbeizuführen im Stande ist" einige Begründung. Während Gans I bei Hinweglassen von Asparagin vom Futter der zweiten Periode in der dritten Periode einen größeren Stickstoffverlust aufweist, geht bei Gans II der Stickstoffverlust der zweiten Periode bei Hinzufügung von Asparagin zum Futter dieser Periode in der dritten Periode in einen Stickstoffansatz über.

Es folgen dann ferner Versuche, angestellt an Schaf und Ziege, die Weiske zu dem Schluß veranlassen, „daß etwa die Hälfte des verdaulichen Eiweißes im Futter durch eine dem Stickstoffgehalte noch gleiche Menge von Asparagin ersetzt werden konnte, ohne daß sich bezüglich des Körpergewichts und der Milchproduktion bei den Thieren eine wesentliche Veränderung bemerkbar machte".

Fütterungsversuche in dieser Richtung, jedoch nicht mit reinem Asparagin, sondern mit Malzkeimen, wurden von Schrodt und Hansen in Kiel (Mittheilung der land- und milchwirthschaftlichen Versuchsstation in Kiel Bd. III 1883/84 S. 165) angestellt und führten ebenfalls zu dem Schlusse, daß bei Kühen das Futtereiweiß bis zu einer gewissen Grenze durch amidoartige Stickstoffverbindungen ersetzt werden kann, ohne daß die Milch an Qualität oder Quantität leide.*)

Dagegen hat Munk (Virchow's Archiv Bd. 94 S. 436) in einer völlig einwurfsfreien Versuchsreihe dargethan, daß das Asparagin beim karnivoren Hunde nicht nur den Eiweißumsatz nicht herabsetzt, sondern die Zersetzung des Eiweißes im Organismus steigerte. Nachdem er eine ca. 35 kg schwere Dogge einmal durch ein kg Fleisch, das anderemal durch 700 g Fleisch, 60 g Fett und 60 g Zucker ins Stickstoffgleichgewicht gebracht hatte, verabreichte er jedesmal in 3 aufeinander folgenden Tagen im Ganzen 85 g Asparagin. Im ersten Falle überstieg die Mehrausscheidung an Stickstoff (5,35 g) in Folge der Asparaginzufuhr die Menge des Stickstoffs in demselben (3,174 g) um 2,176 g im Mittel pro Tag im zweiten Falle um 1,213 g. Es hat sich somit der Eiweißzerfall in einem Falle um 6 %, im anderen um 5 % gehoben. Die Nachwirkung des Asparagins erstreckte sich sichtlich im ersten Falle auf 2, im anderen auf 5 Tage nach Verabreichung des Asparagins und kam nicht nur in vermehrter Stickstoffausscheidung, sondern auch in vermehrter Schwefelausscheidung und im Körpergewichtsverluste zum Vorschein. Dieser Umstand wurde von Munk natürlicherweise bei seinen Schlußfolgerungen mit in Rechnung gezogen, was von Mauthner (Zeitschr. f. Biol. Bd. XXVIII S. 507) nicht geschehen ist, weshalb die Resultate des letzteren von denen Munk's etwas abweichen.

Der ca. 20 kg schwere Hund von Mauthner, welcher mit einem Futter von 500 g rein ausgeschnittenem Fleisch und 50 g Speck, enthaltend im Ganzen 16,63 g Stickstoff, nahezu ins Stickstoffgleichgewicht gebracht wurde und dabei 18,20 g Stickstoff im Harn und Koth

---

*) Nachdem Röhrig nach Durchschneidung des Ramus inferior, der vom Ramus medius des Nervus spermoticus zwischen Art. und Vena pudenda verläuft und Gefäßnerv ist, und gleichzeitiger Reizung derselben eine außerordentliche mitunter zwanzigfache Beschleunigung der Milchsekretion konstatirte, die sich durch Vermehrung des Druckes in den Drüsenkapilaren nach Aufhebung des Gefäßtonus erklären läßt, so wäre auch von dem Asparagin — wenn sich die den Eiweißumsatz steigernde Wirkung desselben, welche, wie wir bald sehen werden, Munk durch exakte Versuche am Hunde festgestellt hat und die wahrscheinlich auf eine die Thätigkeit des Nervensystems und des Herzens erregende Wirkung zurückzuführen ist (was auch Graffenberger an sich nach einer Einnahme von 26,71 g Asparagin pro Tag konstatiren konnte, Zeitschr. f. Biol. XXVIII. S. 333), auch für den Pflanzenfresser sich ergeben sollte — als von einem mit der Herzensthätigkeit den Blutdruck steigernden Stoff, ebenso eine Steigerung der Milchsekretion zu erwarten, wie sie z. B. durch intravenöse Injektion von Strychnin, Digitalin, Coffeïn oder Pilocarpin bei Steigerung des Aortendrucks bewirkt wird. In diesem Falle wäre das Asparagin, trotz der günstigen Einwirkung auf die Milchsekretion, kein Nahrungsstoff und es wäre falsch einen Theil des Nahrungseiweißes durch Asparagin ersetzen zu wollen, wenn auch scheinbar darunter die Milchsekretion anfänglich nicht leide. Vielmehr müßte man in diesem Falle mit der Asparaginzufuhr auch die Eiweißgabe vermehren, wenn man nicht den Thierkörper schädigen und in dem Viehstall jenen verwerflichen Raub einführen wollte, den man leider noch viel zu oft durch einseitige Stickstoffdüngung eines auch der übrigen Nährstoffe bedürftigen Bodens im Feldbau übt. Asparagin wäre in der Milchviehzucht ebenso wie Stickstoff im Ackerbau kein Ersatz- sondern ein Umsatzmittel. Es sind somit von der günstigen Wirkung, welche eine an amidartigen Stickstoffverbindungen reiche Fütterung, wie junge Weide, Rüben, Kartoffel ꝛc., auf die Milchsekretion ausübt, nicht ohne weitere genaue Forschungen auf den Werth der Amide als Nährstoff Schlüsse zu ziehen.

täglich ausschied, somit also 1,89 g vom Körper täglich verloren hatte, bekam nun während 3 Tagen je 20 g Asparagin. Er erlitt in dieser Zeit wirklich nur 1,02 g Stickstoffverlust pro Tag, also um ein Kleines weniger als in der vorhergehenden Periode ohne Asparagin, aber die gesteigerte Stickstoffausscheidung hielt am nächsten Tage noch an, und der Stickstoffverlust war größer als der mittlere Stickstoffverlust der, der Asparaginfütterung vorhergehenden Fütterungsperiode. Darauf wurde der Versuch abgebrochen. Möglicher Weise hätte diese Mehrausscheidung von Stickstoff noch fortgedauert, und wenn man selbe mit in Rechnung gezogen hätte, käme man zu demselben Resultate, wie Munk.

Mauthner meint diese Mehrausscheidung von Stickstoff nach der Asparaginperiode nicht in Rechnung ziehen zu können, weil zu gleicher Zeit auch die Schwefelausscheidung gestiegen ist, was darauf hinweist, daß der Stickstoff nicht vom Asparagin herrührt. Aber dieser Umstand spricht gerade dafür, daß die Eiweißzersetzung eine größere wurde und möglicherweise infolge der Asparaginfütterung. Jedenfalls bliebe dann unerklärlich, warum während der eigentlichen Asparaginfütterung die Schwefelausscheidung eine geringere war, als in der Vorfütterung.

Um diese Zweifel zu lösen, wurde der Versuch wiederholt, aber in Folge des schwankenden Verhältnisses zwischen der Schwefel- und Stickstoffausscheidung leider nicht das gewünschte Resultat erreicht. Der Versuch von Munk kann durch den angeführten Mauthnerschen also nicht beeinträchtigt werden, wenn man auch letzterem den von Knieriem (Zeitschr. f. Biol. X. S. 284) zugesellt, der ebenfalls nicht geeignet ist, die die Eiweißzersetzung steigernde Wirkung des Asparagins darzuthun.

Gleichzeitig mit Mauthner sind auch von Politis (Zeitschr. f. Biol. Bd. XXVIII S. 492) Versuche, die er unter Voits Leitung mit Asparagin an weißen Ratten anstellte, veröffentlicht worden. Diese Versuche haben ergeben, daß weiße Ratten, die, wenn man ihnen die Nahrung ganz entzieht oder nur Fleischextrakt verabreicht, nach 7--8 Tagen zu Grunde gehen, bei eiweißfreiem Futter (von der Zusammensetzung 36,6 Fett, 36,6 Stärke, 28,8 Fleischextrakt) erst in 32—63 Tagen nach Verlust von 45 – 54 % ihres ursprünglichen Körpergewichts sterben, und daß kein wesentlicher Unterschied eintritt, wenn ein Theil der Kohlenhydrate durch Asparagin ersetzt wird: die Mischung 30,9 Fett, 30,9 Stärkemehl, 27,7 Fleischextrakt, 15,5 Asparagin bewirkte ebenfalls nach 40—50 Tagen unter Einbuße von 43—50 % ihres Körpergewichts den Tod der Versuchsthiere.

Dasselbe Resultat ergiebt sich bei Vergleich der ersten 18 Tage, während deren die Thiere mehr Futter aufnahmen und sich etwas besser erhielten. Die Thiere erlitten in dieser Zeit bei Fütterung mit eiweißfreiem Gemische einen 24 %igen — mit Asparagingemische einen 26 %igen Verlust ihres ursprünglichen Körpergewichts. Politis schließt daraus, daß dem Asparagin keine eiweißersparende Wirkung zukommt. Diesen Schluß hält Gabriel für unzutreffend und betont, daß zum eiweißfreien Gemisch kein Asparagin hinzugekommen ist, sondern daß ca. 15,5 % desselben durch Asparagin ersetzt worden sind, und daß, wenn dabei der Nähreffekt derselbe blieb, dies nur beweist, daß dem Asparagin keine geringere Wirkung zukommt als der Stärke und dem Fette. Dieser Einwand hatte auch einige Berechtigung, wenn nicht zu vermuthen wäre, daß — da Kohlenhydrate reichlich vertreten waren — auch

das bloße Weglassen von 15,5 % derselben ohne jeden Ersatz keinen erheblichen Unterschied im Nähreffekt bewirkt hätte. Hierzu kommt noch, daß die Schule Weiske's die Aehnlichkeit der Wirkung des Asparagins mit der der Eiweißstoffe, aber nicht mit der der Kohlenhydrate öfters hervorhebt (besonders scharf: Zeitschr. f. Biol. Bd. XXX 1894 S. 255), und daß somit Politis — da von den geringsten Mengen von Eiweiß an Stelle des Asparagins in dieser Ration ein erheblicher Effekt zu erwarten wäre — in diesem Falle, wo der Werth des Asparagins höchstens dem der Kohlenhydrate gleichkommen kann, demselben jede Bedeutung im Sinne Weiske's abzusprechen einigermaßen berechtigt ist.

Ferner hat Politis einer Ratte, die bei Fütterung mit dem erwähnten eiweißfreien Gemische in 18 Tagen 26 % ihres ursprünglichen Körpergewichts eingebüßt hatte, eine Fleischmehl enthaltende Mischung verabreicht, in der sie täglich 1,729 g Fett, 1,729 g Stärkemehl, 1,209 g Fleischextrakt, 1,174 g Fleischmehl aufnahm und dabei in 67 Tagen ihr ursprüngliches Gewicht erlangte. Als sie dann eine Mischung verabreicht bekam, in der sie 1,956 g Fett, 1,956 g Stärkemehl, 1,432 g Fleischextrakt, 1,324 g Fleischmehl, 1,032 g Asparagin konsumirte, so erhielt sie sich damit auf ihrem, durch ersteres Gemisch erlangtem Gewichte. Die Gewichtszunahme hat bei der Fütterung mit dieser neuen Ration aufgehört, trotzdem das Thier dabei nicht nur ein Plus von Asparagin, sondern auch ein solches von Fett, Fleischmehl und Stärke verzehrt hatte.

Dies liegt nach Gabriel (l. c. S. 117) „offenbar darin, daß es sich bereits schon in sehr gutem Körperzustande befand, an welchem der Zusatz von Asparagin ebensowenig ändern konnte, als derjenige von Fleischmehl, Fett und Stärke." Es kann aber möglicher Weise daran liegen, daß das Asparagin, wie bei Munk's Hund, einen größeren Eiweißzerfall bedingt hatte, und somit nicht nur die von dem Plus an Stärke, Fett und Fleischmehl zu erwartende größere Körpergewichtszunahme nicht stattgefunden hatte, sondern auch die bei früherem, etwas ärmerem Futter stattgefundene aufgehört hatte. Jedenfalls ist diese Annahme möglich, da nicht nachgewiesen ist, daß diese Mischung ohne Asparagin ebenfalls effektlos geblieben wäre.

Gabriel hat auch selbst mit weißen Ratten Fütterungsversuche angestellt. Er hat eine Ratte mit einem stickstofffreien Gemische, eine andere mit demselben Gemische, in dem aber ein Theil der Kohlenhydrate durch Asparagin ersetzt war, 3 Wochen lang gefüttert; dann hatte er die beiden Thiere wieder mit Milch und Semmel aufgefüttert und den Versuch umgekehrt, so daß die Ratte, welche früher stickstofffrei gefüttert wurde, jetzt ein Theil der Kohlenhydrate durch Asparagin ersetzt bekam, die andere, die Asparagin aufgenommen hatte, jetzt an Stelle des Asparagins eine äquivalente Menge Kohlenhydrate erhielt und somit stickstofffrei gefüttert wurde. Er konnte so das eine Mal den Vergleich zwischen beiden Thieren, das andere Mal denselben zwischen 2 Perioden eines und desselben Thieres ziehen. Letzterer Umstand ist besonders wichtig, da auf solche Art die Rolle der Individualität bei der Futterverwerthung eliminirt wird. Auf einem und dem anderen Wege konnte er etwa denselben Nähreffekt beider Futtermischungen konstatiren. Dies bestätigte sich auch, als er den Versuch wiederholte. Er ging bei einer Ratte von einem und demselben Körperzustand aus, den er mit Milch und Semmel herstellte, und verabreichte das eine Mal stickstofffreies Gemisch, das

andere Mal ein asparaginhaltiges Gemisch. Der Körperverlust während der nächsten 10 Tage war bei beiden Fütterungsarten ein und derselbe.

Ferner hatte Gabriel ein eiweißhaltiges Gemisch ermittelt, welches das Thier auf seinem Körperzustande zu erhalten vermochte. Er ersetzte dann in einem Falle die Hälfte des Eiweißes durch Asparagin und ließ im anderen Falle diese Hälfte ganz weg. Es hat sich erwiesen, daß beide letztere Rationen gleichwerthig sind, daß das Asparagin sich folglich „als ein indifferenter Körper, dessen Gegenwart oder Abwesenheit sich nicht bemerkbar macht, verhalten und den Körperverlust nicht verhindert hat." Dieses Resultat bestätigte sich nochmals, als Gabriel mit denselben Nährstoffmischungen den Versuch wiederholte und dabei, wie früher, von demselben Ernährungszustande ausging, indem er das Thier vorher mit Milch und Semmel auffütterte.

Und doch kommt Gabriel aus seinen Versuchen und aus denen von Politis zu dem Schlusse, „daß das Asparagin auch für die Ernährung der omnivoren Ratten nicht bedeutungslos ist, daß seine Bedeutung aber erst zur Geltung gelangt, wenn es dem Futter der Thiere an Eiweiß fehlt." Gerechtfertigt wird dieser Schluß erst dann sein, wenn es experimental nachgewiesen sein wird, daß die in den Versuchen von Politis und in den ersten Versuchen von Gabriel durch Asparagin ersetzte Menge von Kohlenhydraten nicht ganz weggelassen werden kann, ohne den Nährreffekt der Ration zu vermindern. Und in diesem günstigsten Falle wäre eine stärkeähnliche, also durch den Wärmewerth verursachte Wirkung dem Asparagin zuzuschreiben, aber in keinem Falle eine eiweißähnliche.

Der Umstand, daß einerseits das Asparagin mit Kohlenhydraten das Leben der Thiere nicht länger erhalten kann, als Kohlenhydrate allein, und andererseits bei einem unbedingten Eiweißmangel das Asparagin sich als indifferent erwiesen hat, spricht viel mehr zu Ungunsten als zu Gunsten des Asparagins als eines eiweißersparenden Nährstoffes.

Gabriel sagt in dem soeben angeführten Auszuge: Die Bedeutung des Asparagins kommt zur Geltung, wenn es im Futter der Thiere an Eiweiß „fehlt". Versteht er darunter Eiweißmangel, so widerspricht er seinen eigenen Versuchsresultaten, denn er hat ja

1. den Bedarf an Eiweiß, um den Körperzustand zu erhalten, ermittelt, dann
2. die Hälfte dieser „unbedingt nothwendigen" Eiweißmenge weggelassen, weshalb das Thier, offenbar in Folge Eiweißmangels, abmagerte, und wurde
3. diese Abmagerung, die nur stattgefunden hatte, weil es an „Eiweiß fehlte", nicht im Mindesten verringert bei Zusatz von Asparagin: „Dieses hat sich in diesem Falle als indifferent erwiesen."

Versteht aber Gabriel unter dem „Fehlen" von Eiweiß dessen absolute Abwesenheit, so ist der Werth, den er dem Asparagin zuschreibt, ein Werth, der nur zur Geltung kommt unter Bedingungen, die den Tod zur Folge haben (wie Abwesenheit von Eiweiß in der Nahrung), und dabei den Tod nicht ausschließt, höchstens um ein Kleines verschieben kann. Wenn auch mit ähnlichen Werthen der Arzt mitunter zu rechnen hat, so ist doch nicht jeder Thierzüchter dazu geneigt.

Mehr zu Gunsten des Asparagins sprechen 2 Versuchsreihen von Bahlmann, unter Kuntz's Leitung an Kaninchen angestellt. Zu einem völlig stickstofffreien Futter, bestehend aus:

1. Reisstärke, der durch 48stündige Digestion mit Pepsin und 0,3 % Salzsäure bei Körpertemperatur und nachfolgendes Waschen bis zum Verschwinden der Chlorreaktion die letzten Spuren von vorhandenem Eiweiß entzogen wurden,
2. Kandiszucker,
3. stickstofffreiem Olivenöl,
4. Heu- und Kornasche,
5. Kochsalz,

wurde 1,5 g Asparagin zugefügt, in Folge dessen der Stickstoffverlust vom Körper, bezogen auf die Einheit der Zeit und des Körpergewichts, sich um 22 % verminderte. Diese Herabsetzung des Eiweißzerfalls ist die möglichst kleinste, da die stickstofffrei gefütterten Kontrolthiere die Fäces nicht völlig absonderten und folglich mit einem kleineren Verlust, als solcher thatsächlich stattgefunden hatte, in Rechnung gestellt wurden. Bei Wiederholung des Versuchs hat sich dasselbe ergeben. Eine parallele Verfütterung von einem Gemisch von Asparagin, Tyrosin, Taurin, Guanidinsulfocyanat hat erwiesen, daß diese Amidosubstanzen den Eiweißumsatz bedeutend steigern. Die Amide des Fleischextrakts haben sich als indifferent gezeigt.

Ebenfalls an Kaninchen hat Weiske in der letzten Zeit wiederum Versuche mit Asparaginfütterung angestellt, die zu Gunsten des Asparagins ausfielen (Zeitschrift f. Biol. Bd. XXX 1894 S. 254).

Von 5 Kaninchen eines und desselben Wurfs von dem Körpergewicht I 2440 g, II 2430 g, III 2300 g, IV 2310 g, V 2110 g wurden 2 (I und III), deren Körpergewicht demjenigen von 2 am Leben gebliebenen (II und IV) fast gleich war, sofort getödtet. Nach Entfernung des Fells und des Inhaltes von Magen, Därmen, Harn- und Gallenblase nochmals gewogen, dann einerseits die sämmtlichen Weichtheile, andererseits die sämmtlichen Knochen und Zähne eines jeden Thieres vereinigt, getrocknet, mit Aether erschöpfend extrahirt und in den entfetteten Rückständen der Stickstoff bestimmt. Die übrigen 3 Kaninchen wurden zum Füttern aufgestellt. Kaninchen II, dessen Gewicht mit demjenigen von Kaninchen I übereinstimmte, erhielt stickstofffreies, Kaninchen IV, welches dasselbe Gewicht wie Kaninchen III besaß, bekam dasselbe Futter, in dem jedoch ein Theil der stickstofffreien Substanz durch eine gleiche Menge Asparagin ersetzt war. Thier V erhielt dasselbe Futter, jedoch an Stelle des Asparagins ein entsprechendes Quantum von Fibrin.

Das Resultat dieser Versuchsreihe war, daß Kaninchen II (stickstofffrei gefüttert) nach 41 Tagen einen Körpergewichtsverlust von 40 %, oder vom zweiten Versuchstage angerechnet — da die erhebliche Gewichtsverminderung nach dem ersten Tage wohl auf die geringe Menge des von jetzt ab aufgenommenen konzentrirten Futters zurückzuführen ist — einer solchen von 38,7 % erlitt, während Kaninchen IV (Asparagin-Fütterung) in 57 Tagen nur 30 % resp., vom zweiten Versuchstage ab gerechnet, 27 % vom Körpergewicht verloren hat. Berechnet man den Körpergewichtsverlust des mit Asparagin gefütterten Thieres für die Zeit, während deren das stickstofffrei gefütterte Thier 40 resp. 38,7 % seines Körpergewichts einbüßte, was Weiske unterlassen hat, so tritt die günstige Wirkung des Asparagins noch schärfer zu Tage. Man erhält einen Körpergewichtsverlust von 20 resp. 16 %, einen Verlust, der halb resp.

nicht ganz halb so groß ist, als der von dem stickstofffrei gefütterten Thiere während derselben Zeit erlittene.

Diese Kaninchen wurden getödtet und in derselben Art und Weise wie Kaninchen I und III zerlegt und untersucht. Die ermittelten Resultate ergaben, „daß die für das gesammte Körpergewicht, für Körpergewicht ohne Fell und Magen-, Darm- und Blaseninhalt, für die trockenen, fettfreien Weichtheile, sowie für das in ihnen enthaltene Fett und für den Stickstoff ermittelten absoluten Werthe bei Thier II durchweg erheblich niedriger sind als bei Thier IV, trotzdem ersteres Thier bei Beginn des Versuches etwas schwerer und besser genährt war als letzteres, und trotzdem daß ersteres nur 40, letzteres dagegen 56 Tage ohne Eiweiß gefüttert worden war.

Ganz ähnliche Unterschiede ergeben sich beim Vergleich der bei II und IV ermittelten Resultate mit denjenigen, welche bei den zu Beginn des Versuches getödteten Thieren I und III von gleichem Gewicht gewonnen wurden. „Auch in diesem Falle zeigte sich sowohl bezüglich des absoluten, als auch der prozentischen Werthe, daß Kaninchen II (stickstofffrei gefüttert) die größten und V (Fibrin) die geringsten Verluste erlitten hat, wogegen die Resultate von IV (Asparagin) in der Mitte von denen von II und V liegen."

Uebereinstimmend mit diesen Resultaten erwiesen sich bei der Sektion Thier II (stickstofffrei gefüttert) als vollständig abgemagert, mit Muskeln von sehr blasser Farbe, während dagegen Thier IV (Asparagin) noch Fett aufweisen konnte.

Ferner ergiebt sich aus der Zusammensetzung des Futters und der gesammten Fäces, daß die Stärke von dem stickstofffrei gefütterten Thiere zu 80 %, während sie von dem mit Asparagin gefütterten zu 92 % verdaut wurde. Es ist demnach nach Weiske, unter geeigneten Umständen, das Asparagin im Stande, die Verdauung der Stärke günstig zu beeinflussen.

Da Thier IV einen Theil des stickstofffreien Futters von Thier II durch Asparagin ersetzt bekam, also weniger Kohlenhydrate aufnahm, so hatte Weiske, um sich zu überzeugen, daß die bessere Ausnutzung der Stärke von dem Asparagin-Kaninchen nicht diesem Umstande zuzuschreiben sei, die Versuche in der Art wiederholt, daß Vergleiche möglich waren zwischen Versuchsthieren, die dieselben Mengen Stärke verzehrten. Die Verdauung hat sich aber dies Mal bei allen Thieren gleich erwiesen, was nach Weiske (l. c. S. 277) darin seinen Grund haben dürfte, „daß für die großen wohlgenährten Kaninchen dieser Versuchsreihe, welche um ca. 800 g oder ca. 30 % schwerer waren, als die früher verwendeten, die täglich aufgenommene Stärkemenge überhaupt zu klein war, um eine eventuelle, durch Asparaginbeigabe bewirkte bessere Ausnutzung erkennen zu lassen, da die Stärke schon ohne diese Beigabe möglichst vollständig verdaut wurde."

Der Vollständigkeit halber sei hier noch der Versuch von Bulfani und Lusini über die physiologische Wirkung des Asparagins (Chem. Centr. 1890 I) und der von Dorio Baldi über den Nährwerth des Asparagins (Chem. Centralbl. 1893 S. 892) erwähnt.

Nach ersteren kommen dem Asparagin keine diuretisch wirkenden Eigenschaften, aber auch nicht irgend welcher Werth für die Ernährung der höheren Thiere zu. Nach letzterem soll Asparagin im Stande sein, bei Tauben, wenn auch nicht völlig das Eiweiß zu ersetzen, so doch eiweißsparend zu wirken.

Ferner hat Graffenberger (Zeitschr. f. Biol. Bd. XXVIII S. 333), der Versuche zur Feststellung des zeitlichen Ablaufes der Zersetzung verschiedener stickstoffhaltiger Stoffe unter Anderem auch des Asparagins angestellt hatte, konstatiren können, daß beim Menschen nach Aufnahme von 5 g Stickstoff als Asparagin das Stickstoffplus des Harnes nur 3,95 g betrug, daß also, angenommen, daß der Asparaginstickstoff ganz wieder zum Vorschein kommt, eine Verminderung des Eiweißumsatzes stattgefunden hatte, was auch in der verminderten Menge der Schwefelausscheidung zu Tage tritt. Die Bestimmtheit dieses Resultates wird aber dadurch beeinträchtigt, daß die Verminderung in der Schwefelausscheidung auch am Tage nach der Asparaginaufnahme fortdauerte. Ferner wurde von Graffenberger keine vermehrte Harnstoffausscheidung beobachtet.

Das sind alle Versuche, die über die Bedeutung des Asparagins für den thierischen Körper angestellt wurden, und, vorurtheilsfrei betrachtet, können sie, trotz ihrer Fülle und der Menge von Mühe und Sorgfalt, die sie in sich schließen, nicht zu einer endgiltigen Ansicht über die Bedeutung dieses Stoffes führen.

Demgemäß stehen auch begreiflicherweise die Ansichten über diesen Gegenstand vieler hervorragender Forscher sich diametral gegenüber. Während man auf einer Seite dem Asparagin jeden Nährwerth abspricht — und wir bei Tereg lesen: (Ellenberger. Handbuch der Histologie und Physiologie der Haussäugethiere. Bd. II. Theil I, S. 99) „es gebührt den Amidoverbindungen unter den Nährstoffen kein Platz", bei Voit (Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. VI, S. 402) „es ist schwer zu verstehen, wie das ziemlich einfach zusammengesetzte Asparagin eine solche (eiweißersparende) Wirkung ausübt, da es nach Knieriem eine Vorstufe des Harnstoffs ist und als solcher ausgeschieden wird" — läßt man ihm auf der anderen einen solchen zu Gute kommen, ist aber nicht einig über die Art dieses Werthes. Die einen halten ihn für einen eiweißähnlichen — und Weiske, der Vorfechter dieser Ansicht, der wir in allen seinen oben angeführten Abhandlungen begegnen, spricht sich auch in der Settegast'schen Thierzucht dahin aus, daß bei Berechnung der Futterrationen der Amidstickstoff vom Eiweißstickstoff nicht in Abzug zu bringen ist, und daß sämmtliche verdaulichen, stickstoffhaltigen Verbindungen als Eiweiß in Rechnung zu stellen sind, — die anderen für einen kohlenhydratähnlichen, — und Julius Kühn meint in seiner Preisschrift (Die zweckmäßigste Ernährung des Rindviehes, 10. Aufl. 91) S. 149 „diese (Amide) wirken bei der thierischen Ernährung nicht in einer den Proteïnstoffen vergleichbaren Weise, sondern beschränken nur in ähnlicher Art, wie die Kohlenhydrate, den Umsatz von Eiweiß im Körper", und ferner (S. 191) „bei Futterberechnungen ist das verdauliche wirkliche Proteïn von den Nichtproteïnstoffen zu trennen, der Betrag der letzteren ist, da sie eiweißersparend wirken, den stickstofffreien Nährstoffen zuzurechnen".

Für die Stellungnahme aller dieser Ansichten gegenüber sind die angeführten Versuchsresultate maßgebend, und es wäre nur noch in Bezug auf die Ansicht von Julius Kühn, da nach ihr die Wirkung des Asparagins (als eines Amids) wohl so zu erklären wäre, daß dasselbe bei Wärme- und Kraftzeugung im thierischen Organismus ähnlich wie die Kohlenhydrate zur Oxydation herangezogen wird und so das Eiweiß zur Erzeugung von Wärme entbehrlich macht — darauf hinzuweisen, daß die Verbrennungswärme eines Grammmoleküls

Asparagin nach den neuesten exakten Versuchen von Stohmann (Zeitschr. f. Biol. Bd. XXXI 1894, Heft III, S. 375) 463,5 große Kalorien beträgt. Da aber von jedem Molekül Asparagin ein Molekül Harnstoff abgespalten und als solcher ausgeschieden wird, so kommen diese 463,5 Kalorien nicht ganz dem Thierkörper zu Gute, sondern vermindert um den Wärmewerth eines Grammmoleküls Harnstoff, daß sind (l. c.) 152,2 Kalorien. Ein Grammmolekül Asparagin, oder — da das Molekulargewicht des Asparagins 132 beträgt — 132 g können dem Körper im günstigsten Falle 463,5—152,2 = 311,3 Kalorien zuführen, folglich

$$1\ g\ \frac{311{,}3\ C.}{132} = 2358\ c.$$

Ein Gramm Stärkemehl aber repräsentirt einen Werth von 4182,5 c. (l. c. S. 381) und kann somit das Asparagin nur 56,3 % der Wärme einer gleichen Menge Stärke liefern.

Dieses Verhältniß stellt sich für das Asparagin noch ungünstiger heraus, wenn man die Versuche von Pothast berücksichtigt (Pflüger's Archiv Bd. XXXII, S. 288). Dieser hat nämlich innerhalb 3¼ Stunden 2,2 g Asparagin injizirt und dabei eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs um 260 ccm konstatirt. Nimmt man an, daß der Rest des Asparaginmoleküls nach Abspaltung von Harnstoff zu Kohlensäure und Wasser oxydirt wird, etwa nach der Formel:

$$\begin{matrix} CH\,(NH_2)—CO\text{-}NH_2 \\ | \\ CH_2 \quad — \quad COOH \end{matrix} + 6\,O = CO\begin{matrix} -NH_2 \\ -NH_2 \end{matrix} + 3\,CO_2 + 2\,H_2O,$$

so würde man zur Oxydation der 2,2 g Asparagin 1,6 g = 1100 ccm Sauerstoff nöthig haben. Es wäre somit im günstigsten Falle, d. h. wenn die Oxydation des Asparaginmolekülrestes bis zur Kohlensäure- und Wasserbildung fortgeschritten wäre, ein Quantum anderer Stoffe der Oxydation entzogen worden, die zur Verbrennung 1100—260 = 840 ccm Sauerstoff d. s. 76,3 % des zur oben angeführten Oxydation des Asparagins nöthigen Sauerstoffs, bedürfte, oder, was dasselbe, das Asparagin hat dem Körper eine Wärmemenge erspart, die gleich 76,3 % seiner Verbrennungswärme ist. In einer zweiten Versuchsreihe wurden 1,01 g Asparagin injizirt und eine Steigerung des Sauerstoffverbrauchs um 188 ccm beobachtet. In ähnlicher Weise wie oben läßt sich berechnen, daß das Asparagin diesmal dem Körper eine Wärmemenge gleich ca. 70 % des Wärmewerths desselben erspart. Letzterer aber beträgt, wie oben dargethan, 56,3 % des Wärmewerths der Stärke, und läßt sich aus beiden Umständen berechnen, daß das Asparagin für die Wärmeerzeugung einen Werth von 39,21 % der gleichen Menge Stärke besitzt.

Auch Bahlmann (Inaugural-Dissertation. Münster 1885 S. 54) hat in ähnlicher Weise aus demselben Versuche berechnet, „daß 1 g Asparagin bei seiner Verbrennung 0,17 g Fett resp. 0,47 g Traubenzucker erspart. Die Abweichung der Werthe ist darauf zurückzuführen, daß Bahlmann seiner Rechnung nicht die experimentell gefundenen Wärmewerthe zu Grunde legt, sondern die Mengen des zur Oxydation der Stoffe nöthigen Sauerstoffs. Da aber die erzeugte Wärmemenge nicht nur im Verhältnisse zum Sauerstoffverbrauch, sondern auch davon abhängt, ob Kohlenstoff oder Wasserstoff verbrannt wird, so sind die Zahlen Bahlmanns nicht ganz genau, weichen aber von den richtigen nur um ein Geringes ab.

Es fehlt somit der Ansicht Julius Kühn's, wonach bei Aufstellung von Futterrationen die Amidosubstanzen den stickstofffreien Stoffen zuzurechnen sind, ebenso wie den anderen Behauptungen, wonach dem Asparagin eine eiweißähnliche oder gar keine Wirkung zukommt, eine unanfechtbare Begründung, was genannter Forscher selbst recht wohl eingesehen hat, indem er den Verfasser veranlaßte, weitere Versuche über diesen Gegenstand anzustellen. Die Resultate dieser sollen nun dargelegt werden.

Als Versuchsthier wurde ein ca. 3jähriger Hammel der Southdown-Rasse aufgestellt und hierbei der Plan verfolgt, in der ersten Fütterungsperiode demselben ein von stickstoffhaltigen Stoffen nicht eiweißartiger Natur möglichst freies Futter, von dem ein mäßiger Stickstoffansatz zu erwarten war, als Normalfutter zu verabreichen, um mit dessen Effekt diejenigen der folgenden Perioden vergleichen zu können. In der zweiten Periode sollte alsdann der Versuchshammel eine Futterration verabreicht bekommen, in der die gleiche Menge stickstofffreier Stoffe, aber eine um ca. 40 % kleinere Eiweißmenge enthalten wäre. Ferner sollte das Thier das in der zweiten Periode weggelassene Eiweiß durch Asparagin und ein anderes Mal — wenn aus den Resultaten nicht mit Sicherheit zu schließen wäre, daß eine dem Asparagin dem Gewichte nach gleiche Menge von Kohlenhydraten keine dem Asparagin ähnliche Wirkung hervorgerufen hätte — durch Stärke ersetzt bekommen.

In der Normalperiode (I) wurde eine, einen kleinen Fleischansatz ermöglichende Futterration deshalb gewählt, um später eine beträchtlichere Menge des Eiweißes weglassen resp. durch Asparagin ersetzen und so den Werth derselben klarer zum Vorschein bringen zu können. Andererseits aber konnte auch so geprüft werden, ob Asparagin im Stande ist, ein Futter, welches dem Eiweißgehalte nach ein spärliches Erhaltungsfutter, dem Gehalte an Kohlenhydraten nach aber ein reichliches Produktionsfutter ist, in ein Produktionsfutter umzuwandeln; mit anderen Worten: es sollte untersucht werden, ob dem Asparagin die ihm von Weiske zugeschriebene Eigenschaft: bei einem eiweißarmen, aber an Kohlenhydraten reichen Futter — welches durch eine weitere Beigabe von Kohlenhydraten bekanntlich nur verschlechtert worden wäre — einen Eiweißansatz bewirken zu können, in der That auch zukommt.

Um ein von stickstoffhaltigen Stoffen nicht eiweißartiger Natur möglichst freies Futter als Grundfutter zu haben, mußte von irgend welcher Heusorte als Rauhfutter abgesehen, und Haferstroh, in welchen nach allgemeiner Ansicht die Stickstoffverbindungen nur in Form von Protein vorhanden sind, gewählt werden. Aus selbigem Grunde wurde als Kraftfutter Sesamkuchen verwendet, welches Futtermittel nach den Tabellen von Julius Kühn (Zweckmäßigste Ernährung des Rindviehes 10. A. S. 375) an Nichtproteïnstoffen das ärmste ist.

Das Versuchsthier wurde während der ganzen Versuchsdauer in einem Käfig gehalten, der schon von Paul Holdefleiß benutzt und von ihm in seiner Abhandlung: „Ueber die Bedeutung des verdaulichen Antheils der Rohfaser für die thierische Ernährung (Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle, herausgegeben von Julius Kühn, Heft 12) beschrieben ist. Der Koth wurde vermittelst eines Beutels, der Harn vermittelst eines nach Zeichnung des Verfassers angefertigten Harntrichters, der jede Spur von Harnverlust ausschloß, aufgefangen.

Der Koth wurde täglich 3 mal (12 Uhr Mittags, 6 Uhr Abends und 8 Uhr Vorm.) abgenommen, die täglich produzirte Menge gewogen und nach guter Durchmischung 300 g mit 100 ccm 2,5 % Phosphorsäure durchfeuchtet und im Trockenschrank bei ca. 98° C. getrocknet; dann wurde der Rückstand an der Luft stehen gelassen, gewogen, gepulvert und in gut verkorkten Glasbüchsen zur Analayse aufbewahrt. Täglich wurde in ihm der Gehalt an absoluter Trockensubstanz und an Stickstoff — letzterer nach Kjeldal — bestimmt. Am Ende einer jeden Periode wurden dann von den täglich erhaltenen Präparaten Durchschnittsproben in der Weise hergestellt, daß den täglich produzirten Mengen von Trockensubstanz proportionale Mengen dieser abgewogen und gut durchmischt wurden. In letzteren wurden Trockensubstanz, stickstoffhaltige Stoffe, Aetherextrakt, Asche und Rohfaser bestimmt und aus der Differenz in üblicher Weise der Gehalt an stickstofffreien Stoffen berechnet. Bei Aufstellnng der Stickstoffbilanz wurden die Mittel der täglich gefundenen Stickstoffmengen in Rechnung gebracht, während der Stickstoffgehalt der Durchschnittsprobe nur zur Ermittelung der stickstofffreien Stoffe diente. Der Stickstoffgehalt der Durchschnittsprobe stimmte aber mit dem berechneten mittleren Stickstoffgehalt überein.

Der Harn wurde in einer tarirten Flasche, in die 400 ccm destillirtes Wasser und 100 ccm 5 % Schwefelsäure gegeben wurde, um die Ausscheidung von Krystallen und die Entweichung von Ammoniak zu verhüten, aufgefangen und beim Abnehmen der Harntrichter und Schlauch mit 500 ccm destillirtem Wasser nachgespielt. Hiernach wurde die Flasche sofort gewogen, der Inhalt gut durchschüttelt und davon, je nach dem zu erwartenden Stickstoffgehalte, zur Stickstoffbestimmung ca. 5, 10 oder 20 ccm entnommen und sofort gewogen.

Das Haferstroh, von dem vorher eine größere Menge zu Häcksel von 1 ½ cm Länge geschnitten und nach Mischung in Säcke gefüllt war, wurde, nachdem eine Vorfütterung gezeigt hatte, daß man dem Versuchsthiere 600 g pro Tag ohne Verlust und Reste beibringen konnte, in 320 Düten zu 200 g ausgewogen und in einem trockenen, lichten, gelüfteten Raume aufbewahrt. Zur gleichen Zeit wurde eine Probe zur Analyse entnommen. Ebenso wurde der fein gemahlene Sesamkuchen, Stärke, Zucker, Salz resp. Asparagin am Beginne jeder Periode ausgewogen und zugleich analysirt. Die Analysen des Sesamkuchens und der Stärke gaben vor der zweiten Periode dieselben Resultate, als vor der ersten und konnte deshalb ferner von einer Wiederholung der Analyse abgesehen werden. Der Sesamkuchen wurde immer mit den am Beginne des Versuchs ermittelten Zahlen in Rechnung gebracht.

Alle Zahlen wurden auf Grund von 2 Analysen gewonnen, die höchstens um die üblichen Fehlergrenzen differirten.

Für Haferstroh und Sesamkuchen ergab sich folgende Zusammensetzung:

	Haferstroh	Sesamkuchen
Trockensubstanz . .	82,91 %	89,69 %
N-haltige Stoffe . .	1,958 „	42,225 „
Aetherextrakt . . .	2,42 „	10,21 „
Rohfaser	39,57 „	5,65 „
Asche	5,93 „	11,40 „
N-freie Stoffe . . .	33,03 „	20,20 „

Die stickstofffreien Stoffe wurden allein als Differenz von Trockensubstanz einerseits, und Rohprotein, Aetherextrakt, Rohfaser und Asche andererseits erhalten.

Stärke und Zucker wurden ebenfalls auf Trockensubstanz und Stickstoff untersucht wobei sich bei völliger Abwesenheit von Stickstoff der Zucker als absolut trocken, die Stärke aber mit 84 % Trockensubstanz ergab.

Das Thier befand sich während der ganzen Versuchsdauer in einem Raume, der mit einem anderen geheizten in Verbindung stand und war deshalb die Temperatur während der ganzen Zeit fast gleich, nämlich 9—10° R.

Periode I.

Diese Periode dauerte vom 16. Oktober 8 Uhr Vormittags bis zum 8. November 8 Uhr Vormittags. Am 16. Oktober wurde das Versuchsthier Morgens vor der Fütterung gewogen und besaß ein Gewicht von 84,8 Pfund. Es erhielt von nun an pro Tag 600 g Haferstroh, 150 g Sesamkuchen, 240 g lufttrockene Stärke, 102 g Zucker, 6 g Natriumchlorid und 1500 g Wasser. Letzteres Quantum wurde durch vorhergehende Prüfung gefunden und während der ganzen Versuchszeit eingehalten, um den Einfluß, welchen eine verschieden große Wasseraufnahme auf den Eiweißumsatz ausübt, auszuschließen. Die mitunter hinterlassenen kleinen Wassermengen wurden zurückgenommen.

Das vorgelegte Futter wurde völlig verzehrt, und nur vom Haferstroh, welches in den Futterkasten gegeben und ohne Aufsicht gefressen wurde, fielen Theilchen, welche beim Zurückziehen des Kopfes bisweilen mitgerissen wurden, auf den Boden des Käfigs; sie wurden während der ganzen Periode sorgfältig gesammelt und gewogen; sie betrugen pro Tag 2—3 g und wurden ihres geringen Stickstoffgehalts wegen weiter nicht berücksichtigt.

Im vorgelegten Futter nahm das Thier folgende Nährstoffbestandtheile auf.

Tabelle 6.

	Trocken-Substanz	N-haltige Stoffe	Aether-Extrakt	Rohfaser	N-freie Stoffe
600 g Haferstroh	497,46	11,75	14,52	237,42	198,18
150 g Sesamkuchen	134,54	63,337	15,31	8,47	30,30
240 g Stärke	201,6	—	—	—	201,16
102 g Rohzucker	102,0	—	—	—	102,0
Summa	935,60	75,087	29,83	245,89	532,08

Nachdem die Untersuchungen des Harnes auf Stickstoff vom 26. bis 31. Oktober eine gleiche Menge Stickstoff pro Tag in demselben ergeben haben, wurden von nun an der Koth und Harn quantitativ gesammelt, wie oben angegeben behandelt und untersucht.

Die Mengen des während dieser Zeit täglich produzirten Harnes, dessen prozentischer und absoluter Gehalt an Stickstoff, so wie die täglich aufgenommenen Wassermengen sind aus folgender Tabelle zu ersehen.

Tabelle 7.

Datum	Wasser-Aufnahme	Harnausscheidung + 900 ccm H_2O + 100 ccm 5% H_2SO_4	N im Harn	
			in %	im ganzen
31. Oktober 1894	1400	1304 g	0,345	4,498 g
1. November „	1500	1479 „	0,303	4,481 „
2. „ „	1420	1373 „	0,3095	4,249 „
3. „ „	1450	1381 „	0,3475	4,799 „
4. „ „	1500	1411 „	0,3425	4,833 „
5. „ „	1500	1418 „	0,3325	4,715 „
6. „ „	1500	1409 „	0,334	4,702 „
7. „ „	1500	1470 „	0,325	4,605 „
Mittel	1479	1399 g		4,611 g

Die Mengen der in dieser Periode täglich entleerten Fäces, deren Trockensubstanz und Stickstoffgehalt sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 8.

Datum	Kothausscheidung			Stickstoff im Koth		Roh-proteïn im Koth
	frisch	lufttrocken	absolut trocken	in % der lufttrock. Sub.	im Ganzen	
31. Oktober 1894	1102 g	396,72 g	375,30 g	1,2386 %	4,9138 g	30,718 g
1. November 1894	1081 „	384,84 „	369,83 „	1,2949 „	4,9834 „	31,146 „
2. „ „	1030 „	379,04 „	362,36 „	1,2386 „	4,6947 „	29,342 „
3. „ „	1102 „	401,13 „	389,96 „	1,2386 „	4,9684 „	31,053 „
4. „ „	1039 „	371,96 „	363,78 „	1,3174 „	4,9004 „	30,628 „
5. „ „	1038 „	386,66 „	370,61 „	1,3624 „	5,2578 „	32,923 „
6. „ „	1165 „	425,22 „	413,74 „	1,3512 „	5,7455 „	35,909 „
7. „ „	1044 „	392,50 „	377,00 „	1,3399 „	5,2592 „	32,870 „
Summa	8601 g	3138,07 g	3022,52 g		40,7332 g	254,589 g
Mittel	1075 g	392,28 g	377,81 g		5,0917 g	31.824 g

Die mittlere Zusammensetzung dieser Fäces, wie oben angegeben ermittelt, war folgende:

Trockensubstanz	100,00 %
Rohproteïn	8,852 „
Aetherextrakt	3,34 „
Rohfaser	36,28 „
Asche	12,05 „
Stickstofffreie Stoffe	39,48 „

Es waren somit in den Fäces im Mittel pro Tag ausgeschieden in g:

Trocken-Substanz	Rohprotein	Fett	Rohfaser	Nfreie Stoffe
377,81	31,824	12,62	137,07	149,16

Im Futter wurde verabreicht:

935,60	75,087	29,83	245,89	532,08

folglich verdaut:

557,79	43,263	17,21	108,82	383,92

oder:

59,62 %	57,62 %	57,69 %	44,25 %	72,15 %

der verabreichten Nährstoffe.

Die Verdauung der Proteïnsubstanz hat sich somit viel niedriger erwiesen, als nach den Tabellen von Julius Kühn (Zweckmäßigste Ernährung des Rindviehes, gekrönte Preisschrift 10. Aufl. 1891) zu erwarten wäre. Sie ist auch niedriger ausgefallen, als sie sich auf Grund der Tabellen des genannten Werkes berechnen läßt, wenn man auch die deprimirende Wirkung der Kohlenhydrat-Beifütterung auf die Verdauung des Rauhfutterproteïns berücksichtigt: denn von den 63,337 g Rohproteïn des stickstoffhaltigen Kraftfutters — da Sesamkuchen nach diesen Tabellen zu 90 % verdaulich — sollten allein schon 56,99 g Proteïn zur Absorption gelangen, während im Ganzen thatsächlich nur 43,263 g absorbirt wurden.

Dies kann in zweifacher Weise erklärt werden: entweder war der betreffende Sesamkuchen an und für sich schlecht verdaulich, oder die deprimirende Wirkung der Stärke und Zucker-Beifütterung hat sich nicht nur auf die Verdauung des Rohproteïns des Rauhfutters beschränkt, wie vielfach angenommen wird, sondern auch auf die Verdauung des Proteïns des Kraftfutters erstreckt.

Da weiter beim Ersetzen des Proteïns der Ration durch Asparagin ꝛc. mit verdaulichen Nährstoffen zu rechnen sein wird, so mußte man sich einer der angeführten Ansichten anschließen, wenn man nicht die Frage experimentell entscheiden wollte. Es wurde angenommen, daß die durch die Stärke- und Zucker-Beifütterung bewirkte Depression auf die Verdauung der Nährstoffe sich auch auf das Proteïn des Sesamkuchens erstreckt hat, und daß kein Grund vorliegt, um letzteres an und für sich als weniger verdaulich anzusehen, als in den Tabellen von Julius Kühn und in denjenigen von Emil Wolff angegeben wird. Dies konnte um so eher geschehen, als Emil Wolff auf Grund der trefflichen und zahlreichen Hohenheimer Versuche — die ja grundlegend für die Theorie der Verdauungsdepression sind — der Ansicht ist, daß „die durch Rüben und Kartoffeln bewirkte Verdauungsdepression auf das ganze übrige Futter, also auf Rauhfutter und konzentrirte Futtermittel zusammengenommen zu beziehen ist“ (Die rationelle Fütterung der landwirthschaftlichen Nutzthiere, 5. A. 1888 S. 102). Auch Kellner sagt auf Grund der von ihm veröffentlichten Versuche aus dem Nachlasse Gustav Kühn's, daß „thatsächlich diese Minderverdauung (durch Stärke-Beifütterung) selbstverständlich auf das Rohproteïn des Gesammtfutters zu beziehen ist.“ (Die landw. Vers.-Stat. Bd. XLIV 94, S. 526.) In den folgenden Versuchsreihen werden wir bestätigt finden, daß die Verdauung des Kraftfutterproteïns thatsächlich unter dem Einflusse der Stärke- und Zucker-Beifütterung leidet, und werden auf diese Frage noch einmal zurückkommen müssen.

Ebenso sind die stickstofffreien Stoffe, wenn man die Stärke als ganz verdaut annimmt — wozu man berechtigt ist, da das mikroskopische Bild der Fäces keine Spur von Stärke verrieth — nur zu 35,1 % verdaut worden, also viel schlechter wie in den angeführten Tabellen im Mittel angegeben wird.

In Folge dieser Depression auf die Verdauung des Gesammtfutters hat das Versuchsthier viel weniger Nährstoffe absorbirt, als es im Plane des Versuchanstellers lag, nämlich nur 43,203 g stickstoffhaltige und 479,63 g stickstofffreie (= stickstofffreie Extraktstoffe + $\frac{\text{Rohfaser}}{2}$ + Fett × 2,4) Stoffe, oder pro 1000 Pfund, in Pfund berechnet 1,00 Pfund stickstoffhaltige und 11,15 Pfund stickstofffreie Stoffe. Das ist eine Ration, die als Erhaltungsfutter angesehen werden kann, trotzdem hat in dieser Periode, wie aus nachstehenden Zahlen hervorgeht, ein beträchtlicher Stickstoffansatz stattgefunden.

An N verabreicht im Futter pro Tag		12,014 g
„ „ ausgeschieden im Koth	5,092	
„ „ „ „ Harn	4,611	
„ „ „ „ Ganzen		9,703
„ „ angesetzt		2,311

Es kamen also 2,311 g Stickstoff pro Tag zum Ansatz, entsprechend im halbfetten Zustande nach den Tabellen von Tereg (Handbuch der vergleichenden Histologie und Physiologie der Haussäugethiere Bd. II Theil I S. 15) einer Körpergewichtszunahme von etwa über 100 g pro Tag. Thatsächlich hat sich aber das Körpergewicht des Versuchsthieres, welches am Beginn der Periode (16. Oktober) 42,4 kg betrug, bis zum 8. November auf 44,1 kg gehoben, somit während der 23 Tage um 1700 g oder pro Tag um 73,9 g gestiegen. Da aber während der Zeit vom 16. bis 21. Oktober das Futter vom Thiere nicht völlig verzehrt wurde — weshalb die Vorfütterung auch bis zum 30. ausgedehnt wurde —, so ist anzunehmen, daß eine Körpergewichtszunahme während der ersten 5 Tage nicht stattgefunden hat, oder daß sie kleiner war als 73,9 g, während von nun an eine größere und der aus dem Stickstoffansatze berechneten näher kommende Körpergewichtszunahme vorausgesetzt werden muß.

Periode II.

In diese Periode tritt das Versuchsthier mit einem Körpergewichte von 44,1 kg ein und sollte bei gleicher Menge stickstofffreier Stoffe, wie in der ersten Periode, ein kleines Quantum Protein erhalten. Es wurde ihm deshalb von der Futterration der ersten Periode die Hälfte des Sesamkuchens entzogen und die als verdaulich veranschlagten Mengen von stickstofffreien Stoffen und Fett, welche das entzogene Quantum von Sesamkuchen in sich enthalten hat, durch Zucker resp. reines Sesamöl ersetzt. Die in den 75 g Sesamkuchen gleichzeitig entzogene Rohfaser sollte ursprünglich durch reine Leinrohfaser ersetzt werden, da sie aber nur 4,24 g betrug, von denen wohl die Hälfte unverdaulich waren, so wurde in der Folge davon Abstand genommen. Der Versuch dauerte vom 8. November 8 Uhr früh bis zur selben Stunde am 22. dieses Monats.

Das während dieser Periode aufgenommene Futter und die in diesem enthaltenen Nährstoffe sind in folgender Tabelle zu ersehen:

Tabelle 9.

	Trocken-substanz	N-haltige Stoffe	Aetherextrakt	Rohfaser	N-freie Stoffe
600 g Haferstroh . .	497,46 g	11,75 g	14,52 g	237,42 g	198,18 g
75 „ Sesamkuchen. .	67,27 „	31,66 g	7,65 „	4,24 „	15,15 „
240 „ Kartoffelstärke .	201,60 „	—	—	—	201,60 „
111,6 g Zucker . . .	111,60 „	—	—	—	111,60 „
7 ccm Sesamöl . .	6,83 „	—	6,83 „	—	—
Summa	884,76 g		29,00 g	241,66 g	526,53 g

Vom 14. November an wurden Harn und Koth quantitativ gesammelt, wie schon angegeben, behandelt und analysirt.

Die Mengen des während dieser Zeit täglich produzirten Harnes, dessen prozentischer und absoluter Gehalt an Stickstoff, sowie das täglich aufgenommene Wasserquantum sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 10.

Datum	Wasser-Aufnahme	Harnausscheidung + 900 cm H_2O + 100 ccm 5% H_2SO_4	Stickstoff im Harn	
			in %	im Ganzen
14. Novbr. 1884	1450 g	1331 g	0,160 %	2,130 g
15. „ „	1500 „	1368 „	0,153 „	2,093 „
15. „ „	1500 „	1364 „	0,145 „	1,979 „
17. „ „	1460 „	1350 „	0,141 „	1,904 „
18. „ „	1500 „	1412 „	0,144 „	2,033 „
19. „ „	1480 „	1318 „	0,134 „	1,832 „
20. „ „	1450 „	1331 „	0,1385 „	1,843 „
21. „ „	1500 „	1376 „	0,1325 „	1,723 „
Mittel	14,80 g	1356 „		1,955 g

Die Mengen der in dieser Periode täglich entleerten Fäces, deren Trockensubstanz und Stickstoffgehalt sind in folgender Tabelle 11 zusammengestellt.

Die mittlere Zusammensetzung der Fäces, wie angegeben ermittelt, war folgende:

Trockensubstanz	100,00 %
Stickstoffhaltige Stoffe	7,167 „
Aetherextrakt	2,82 „
Rohfaser	36,96 „
Asche	10,18 „
Stickstofffreie Stoffe	42,89 „

Tabelle 11.

Datum	Kothausscheidung			Stickstoff im Koth		Roh-proteïn im Koth
	frisch	lufttrocken	absolut trocken	in % der lufttr. Subst.	im Ganzen	
14. November 1894	1339 g	455,26 g	433,43 g	1,216 %	5,563 g	34,60 g
15. „ „	1337 „	458,59 „	423,73 „	1,171 „	5,370 „	33,56 „
16. „ „	1334 „	453,56 „	426,63 „	1,171 „	5,311 „	33,19 „
17. „ „	1299 „	433,00 „	400,95 „	1,058 „	4,581 „	28,63 „
18. „ „	1489 „	491,37 „	459,43 „	1,103 „	5,419 „	33,87 „
19. „ „	1547 „	479,57 „	445,76 „	1,081 „	5,191 „	32,44 „
20. „ „	1307 „	444,38 „	386,16 „	0,968 „	4,297 „	26,86 „
Summa	9652 g	3214,73 g	2973,10 g		35,705 g	223,15 g
Mittel	1379 g	459,25 g	424,73 g		5,101 g	31,88 g

Es kamen somit in den Fäces wieder zum Vorschein in g:

Trocken-Substanz	Nhaltige Stoffe	Fett	Rohfaser	Stickstofffreie Stoffe
424,73	31,88	11,98	156,98	182,17
Im Futter verabreicht:				
884,76	43,418	29,00	241,66	526,53
folglich verdaut:				
460,03	11,538	17,02	84,68	344,66
oder:				
51,99 %	26,57 %	58,68 %	35,04 %	65,40 %

der verabreichten gleichnamigen Stoffe.

War schon in der ersten Periode eine Depression der Verdauung des Gesammtfutters erwiesen, so ist dieselbe in dieser Periode als eine ungeheuere zu bezeichnen. Besonders auffallend ist die Depression der Verdauung der stickstoffhaltigen Nährstoffe, die nur zu 26,57 % verdaut wurden, während in der ersten Periode doch noch 57,62 % des Rohproteïns zur Absorption gelangten. Hier läßt es sich deutlichst nachweisen, daß die deprimirende Wirkung der Kohlenhydrat-Beifütterung sich auch auf die Verdauung des Kraftfutterproteïns erstreckt; denn nimmt man selbst an, daß in der ersten Periode das Haferstrohproteïn „völlig verdaut" wurde, so läßt sich für das Sesamkuchenproteïn die Verdauung zu 49,75 % berechnen, während in der zweiten Periode, wenn man auch das Haferstrohproteïn als „völlig unverdaut" annimmt, die Verdauung des Sesamkuchenproteïns sich doch nur auf 36,44 % herausstellen wird. Die denkbar kleinste Depression auf die Verdauung des Sesamkuchenproteïns wäre somit 13,31 % des verabreichten Nährstoffes.

Da aber in der ersten Periode das Haferstrohproteïn ebensowenig völlig verdaut wurde, wie es in der zweiten Periode nicht völlig unverdaut blieb, so war in der That die Verdauung des Sesamkuchenproteïns in der ersten Periode größer als 49,75 %, in der zweiten

kleiner als 36,44 %, und die Depression auf die Verdauung dieses Nährstoffs mithin größer als das oben berechnete noch mögliche Minimum angiebt.

Bezüglich der deprimirenden Wirkung der Stärkebeifütterung auf die Verdauung des Proteïns des übrigen Futters spricht sich Kellner (Landw. Vers.-Stat. Bd. 44, S. 345) dahin aus, daß eine Beziehung zwischen Nährstoffverhältniß und Proteïnverdauungsdepression nicht bestehe, wie es meistens angenommen wird. Diese Beziehung ist nach Kellner vielmehr nur eine scheinbare, „die auf rechnerischem Wege derart zum Vorschein kommt, daß bei einem proteïnreichen, leicht verdaulichen Futter der geringe Mehrgehalt von Rohproteïn im Koth nach Beifütterung stickstoffarmer Stoffe der größeren Menge verdaulichen Proteïns gegenüber weniger ins Gewicht fällt, als der gleiche Mehrgehalt an Kothstickstoff bei einer proteïnarmen Ration."

Prüft man nun das Resultat der angeführten beiden Perioden auch nach dieser Richtung hin, so findet sich die angegebene Kellner'sche Ansicht nicht bestätigt, denn auch ein Vergleich der absoluten Zahlen ergiebt, daß in der zweiten Periode absolut eher noch etwas mehr Rohproteïn im Koth ausgeschieden wurde, als in der ersten, trotzdem, daß in jener viel weniger Rohproteïn in der Nahrung verabreicht wurde, als in dieser. Wäre die durch Stärkebeifütterung bewirkte Mehrausscheidung an Proteïn im Koth in beiden Fällen absolut gleich, so müßte in der ersten Periode, in der um 31,66 g Rohproteïn mehr verfüttert wurde, um den unverdaulichen Antheil dieser 31,66 g mehr Proteïn im Koth ausgeschieden werden.

Ebenso sind die stickstofffreien Stoffe und Rohfaser viel schlechter verdaut worden. Im Koth ließ sich Stärke nachweisen. Nur das Fett allein schien darunter nicht gelitten zu haben.

Die absoluten Nährstoffmengen, die vom Versuchsthiere absorbirt wurden, waren sehr gering, nämlich 11,54 g Proteïn und 427,55 g Kohlenhydrate (= stickstofffreie Extraktstoffe + $\frac{\text{Rohfaser}}{2}$ + Fett × 2,4) oder pro 1000 Pfund in Pfund 0,262 Pfund Proteïn und 9,72 Pfund Kohlenhydrate mit einem Nährstoffverhältniß von 1 : 37.

Die Stickstoffbilanz stellte sich bei dieser Fütterung wie folgt:

An N. verabreicht im Futter		6,947 g
„ „ ausgeschieden im Harn .	1,955 g	
„ „ „ „ Koth .	5,101 „	
„ „ „ „ Ganzen . . .		7,056 „
„ „ verloren vom Körper		0,109 „

Wir sehen, daß bei dieser mangelhaften Ration der Stickstoffverlust vom Körper nur 0,109 g betragen hat, und dieser nicht einmal in einer Körpergewichtsabnahme zum Vorschein kam: das Thier hat sich während der ganzen Periode auf seinem ursprünglichen Körpergewichte behauptet. Aber dieser Fall, der dafür spricht, daß der Proteïngehalt des Beharrungsfutters, bei Vorhandensein von genügenden Mengen von Fett und von stickstofffreien Stoffen, unter Umständen sehr gering sein kann, steht nicht vereinzelt da. Auch Gustav Kühn konnte (Landw. Versuchsst. Bd. XLIV S. 555) bei einer Fütterung einmal von 0,445 kg,

das andere Mal von 0,45 kg Proteïn pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht, einen Eiweiß- und Fettansatz das eine Mal von 0,097 resp. 0,446 kg, das andere Mal von 0,067 resp. 0,255 kg pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht beobachten.

Daß trotz des geringen Stickstoffverlustes das Körpergewicht des Versuchsthieres nicht abgenommen hat, kann seinen Grund — abgesehen davon, daß dieser Stickstoffverlust sich nahezu innerhalb der Fehlergrenzen bewegt — entweder in der veränderten Feuchtigkeit des Fließes, das mittlerweile ziemlich angewachsen war, finden, oder dadurch erklärt werden, daß Fett zum Ansatz gelangte.

Die vollständige Arbeit erscheint im 13. Heft der „Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle", herausgegeben von Dr. Julius Kühn.

Druck von Johannes Päßler, Dresden, gr. Klosterg. 5.

VITA.

Ego, *Moses Chomsky*, Russus, natus sum Slonim (Grodno) die XXV mensis Novembris anno MDCCCLXIX. Litterarum elementis imbutus et maturitatis testimonio instructus anno MDCCCXCI Vindobonae in schola, quae „Hochschule für Bodencultur“ dicitur, tria per semestria rebus, quae ad agriculturam pertinent, incubui.

Quo tempore peracto in Germaniam me contuli ibique universitatis Fridericianae Halensis cum Vitebergensi consociatae civis factus quattuor per semestria agriculturae et rebus naturalibus studui.

Scholis interfui v. v. ill.

Simony, Zeisch, Böhm, Brauer, Koch, Tapla, Neurath, Schmidt, Breitenlohner, Wilckens, Perels, v. Doderer, v. Liebenberg, Kühn, Maercker, Grenacher, Rümker, Albert, Müller, Rümelin, v. Mendel-Steinfels, v. Fritsch, Vaihinger, Kirchhoff, Dorn, Volhard, Pütz, Conrad, Haym.

Quorum omnium virorum optime de me meritorum piam gratamque semper memoriam retinebo; imprimis autem viro illustrissimo *Kühn*, qui liberalissime semper me juvabat, gratias habeo quam maximas.